

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER BERBASIS *ADVANCE VIRTUAL RISC* (AVR) DALAM MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLER

A. A. Gde. Ekayana¹, Naswan Suharsono², I Made Tegeh³

¹²³Program Studi Teknologi Pembelajaran, Program Pascasarjana
Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja, Indonesia

e-mail: gede.ekayana, naswan.suharsono, made.tegeh}@pasca.undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran mikrokontroler melalui proses pengembangan prototipa, mendeskripsikan tanggapan hasil uji coba dan menguji efektivitas perangkat pembelajaran. Subjek penelitian terdiri dari ahli isi, ahli media dan ahli desain pembelajaran serta para partisipan uji coba. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan tahapan pengembangan model Borg dan Gall. Data dikumpulkan dengan menggunakan angket untuk mendapatkan tanggapan dari para ahli dan peserta uji coba produk, sedangkan tes digunakan untuk melihat hasil uji-coba pada mata pelajaran mikrokontroler. Data penelitian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif dan statistic inferensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengembangan perangkat pembelajaran dengan model Borg dan Gall telah berhasil dilaksanakan. Hasil uji coba perorangan oleh para ahli memberikan tanggapan yang positif terhadap produk pengembangan awal, demikian juga halnya hasil uji kelompok kecil dan uji lapangan oleh guru dan siswa. Hasil efektivitas perangkat pembelajaran mikrokontroler dalam proses pembelajaran yang dicari melalui uji pretest posttest dan dianalisis dengan uji t menunjukkan bahwa penerapan produk perangkat pembelajaran mikrokontroler dalam proses pembelajaran teknik mikrokontroler terbukti berhasil meningkatkan hasil belajar siswa, dengan kata lain terdapat perbedaan yang signifikan hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah menggunakan perangkat pembelajaran mikrokontroler.

Kata kunci: perangkat pembelajaran, mikrokontroler, advance virtual risc, hasil belajar

Abstract

This study was conducted to generate learning device microcontroller through prototype development process, describing the response test results and test the effectiveness of the learning. Study subjects comprised of content experts, media specialists and instructional design experts and trial participants. To achieve these objectives the development stages of the model used Borg and Gall. Data were collected using a questionnaire to get feedback from the experts and participants of product trials, while the test is used to see the results of a trial in subjects microcontroller. Data were analyzed with descriptive analysis and inferential statistics. The results showed that the process of developing a model of learning by Borg and Gall has been successfully implemented. The results of individual trials by the experts give a positive response to the initial development of the product, as well as a small group of test results and field tests by teachers and students. Effectiveness of learning outcomes microcontroller devices are searched in the learning process through test pretest and posttest were analyzed by t-test showed that the application of the product in the process of learning microcontroller microcontroller learning techniques proven successful in improving student learning outcomes, in other words there are significant differences between students' learning outcomes before and after using the device microcontroller learning.

Keywords : instruction devices, microcontroller, advance virtual risc, and learning achievement

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran di kelas berkaitan erat dengan kompetensi guru, siswa, kurikulum, beserta sarana dan prasarana pendukungnya. Guru mempunyai tugas untuk memilih model pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan materi yang akan dipelajari. Belajar itu sendiri pada dasarnya merupakan suatu proses perubahan melalui kegiatan dan latihan baik di dalam laboratorium maupun dalam lingkungan alamiah.

Sesuai dengan kemajuan dan tuntutan zaman, guru dituntut memiliki kemampuan untuk memahami setiap karakteristik peserta didik dengan berbagai keunikannya agar bisa membantu mereka dalam menghadapi kesulitan belajar. Salah satu upaya guru untuk mendukung dan mengoptimalkan proses pembelajaran yang menarik salah dengan melakukan inovasi pembelajaran. Menurut Santyasa (2011: 7) pembelajaran inovatif adalah pembelajaran yang dikemas oleh pembelajar atas dorongan gagasan barunya yang merupakan produk dari *learning how to learn* dalam setiap langkah belajar sehingga bisa diperoleh kemajuan belajar yang optimal. Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan mengembangkan perangkat media pembelajaran.

Perkembangan dunia informasi dan teknologi merupakan pendukung untuk mengembangkan inovasi pembelajaran, khususnya pada pengembangan produk media pembelajaran. Makki & Makki (2012: 277) mengemukakan bahwa pemakaian teknologi dilakukan *to create exciting and creative learning environments where students teach and learn from each other, solve problems, and collaborate on projects that put learning in a real-world context.*

Pemanfaatan teknologi informasi tersebut bisa diupayakan untuk membuat sebuah media pembelajaran yang bisa membuat siswa aktif, kreatif dan inovatif melakukan proses belajar, agar peran siswa tidak hanya sebagai penerima

melainkan juga secara aktif menggali dan membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (*meaningfull learning*).

Dalam kaitannya dengan praktek pembelajaran di sekolah, hasil observasi di Program Keahlian Teknik Audio Video SMK 3 Singaraja menunjukkan bahwa para siswa pada umumnya mengalami kendala belajar multimedia dikarenakan faktor kurangnya sarana dan media penunjang belajar. Hasil diskusi dengan guru pengampu mata pelajaran menunjukkan bahwa proses pembelajaran teknik mikrokontroler masih kurang optimal. Hal tersebut disebabkan adanya sarana pembelajaran yang banyak menggunakan aplikasi-aplikasi elektronika berbantuan komputer (software) yang sudah usang dan relatif sedikitnya penggunaan bentuk perangkat teknologi elektronika generasi terbaru.

Mata pelajaran teknik mikrokontroler itu sendiri merupakan bagian dari kelompok mata pelajaran produktif, yang bisa lebih menarik dan mudah dipahami jika disajikan dengan media yang terdiri dari komponen-komponen *input* dan *output* yang dapat diganti-ganti sesuai materi yang sedang dipelajari. Media yang dikembangkan juga didukung dengan sebuah modul pembelajaran.

Media pembelajaran dan modul pembelajaran mendukung prinsip *learning by doing* sedangkan modul pembelajaran mendukung prinsip *individualized learning*. Di dalam peta kerucut pengalaman Hidgar Dale (dalam Asyad, 2009) pengalaman langsung akan memberikan kesan paling utuh dan paling bermakna mengenai informasi dan gagasan yang terkandung dalam pengalaman itu, dikarenakan optimalnya pelibatan indra penglihatan, pendengaran, perasaan, penciuman, dan peraba.

Permasalahan yang terjadi dalam proses pembelajaran di kelas selama ini ialah, bahwa siswa lebih banyak diberikan teori dan tugas, dengan metode yang terlalu verbal dan abstrak sehingga mengakibatkan pemahaman siswa pada

mata pelajaran teknik dasar mikrokontroler belum optimal. Penyebab kesenjangan diduga standar kompetensi Menerapkan Dasar Mikrokontroler masih menggunakan paradigma lama dalam proses pembelajaran dan belum tersedianya media pembelajaran yang relevan meningkatkan pemahaman siswa dalam pembelajaran.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran mikrokontroler yang teruji kelayakannya untuk proses pembelajaran teknik mikrokontroler pada siswa kelas XII Program Keahlian Teknik Audio Video. Target khusus yang ingin dicapai, yaitu efektivitas perangkat pembelajaran mikrokontroler pada proses pembelajaran teknik dasar mikrokontroler.

Kajian dari berbagai literatur mengenai penelitian ini antara lain: Hasil penelitian yang dilakukan Makki dan Makki (2012) yang berjudul *The impact of integration of instructional systems technology into research and educational technology*, menunjukkan teknologi dapat mendukung pembelajaran siswa secara individual dengan aktivitas inkuiri, menyediakan alat untuk berlatih, mengamati tahapan proses belajar, membimbing metakognitif dan aktivitas reflektif, teknologi dalam pembelajaran meningkatkan pemahaman konseptual dengan menyediakan media belajar untuk mengorganisir, mewakili dan visualisasi pengetahuan. Penelitian yang dilakukan Can (2012) dengan judul *Exemplary science teachers' use of technology*, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi yang diintegrasikan dalam proses pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan pengalaman siswa dalam berpikir dan berkreasi. Pengajar yang mampu mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran akan memberi siswa lingkungan baru yang lebih menarik minat belajar siswa. Dampak dengan adanya teknologi masuk ke dalam sistem pembelajaran memberikan inovasi yang terbaru "*up to date*" dalam pembelajaran sehingga siswa mampu menggali informasi untuk digunakan dalam belajar.

Alias (2013) mengungkapkan bahwa secara umum, teknologi pembelajaran bukanlah sebuah perangkat teknologi semata tetapi juga pengetahuan dari *hardware* dan *software* yang didesain atau yang digunakan untuk membantu kebutuhan pebelajar. Autio (2013) menyatakan kompetensi yang memasukan unsur teknologi memiliki hubungan kemampuan dalam aspek psikomotor, kognitif dan efektif para pebelajar. AAAS (dalam Asunda, 2012) mengatakan teknologi dapat digunakan untuk mengembangkan pengetahuan yang baru dengan memperluas wawasan kemampuan diri sehingga mampu untuk mengubah sesuatu yang biasa menjadi lebih bermanfaat.

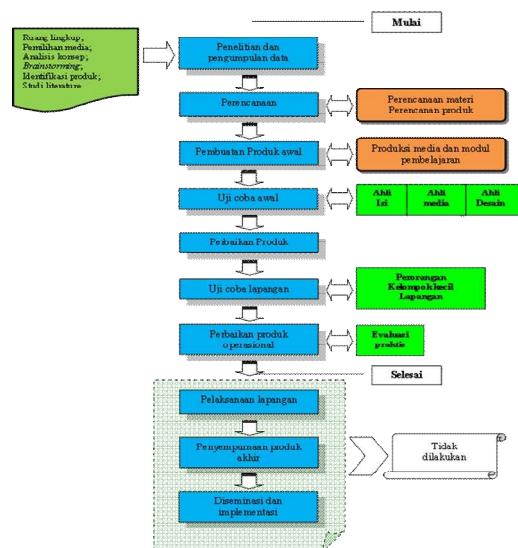
Berdasarkan permasalahan yang terjadi, dipandang perlu memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu pengembangan perangkat pembelajaran mikrokontroler. Solusi ini direalisasikan guna mengoptimalkan proses pembelajaran mata pelajaran teknik mikrokontroler dan perangkat pembelajaran mikrokontroler diharapkan mampu memberikan inovasi serta tercapainya tujuan pembelajaran.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu. Menurut Borg dan Gall "*educational research and development (R & D) is a process used to develop and validate educational production*". Model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran mikrokontroler adalah model Borg dan Gall. Model Borg dan Gall digunakan karena termasuk model prosedural, yaitu model yang bersifat deskriptif, dimana menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk.

Menurut Borg dan Gall yang dikutip oleh Sutopo (2009), 10 langkah tahapan model pengembangan Borg dan Gall disederhanakan menjadi 7 langkah utama yaitu disesuaikan dengan penelitian yang

akan dilakukan. Ketujuh langkah penelitian sesuai yang disarankan oleh Borg dan Gall yang dikutip oleh Sutopo (2009), yaitu:



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Model Borg dan Gall

Subjek uji coba didalam penelitian pengembangan ini adalah para ahli yang terdiri atas ahli isi, ahli media pembelajaran, ahli desain pembelajaran, uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh tanggapan ahli isi, ahli media, ahli desain, uji perorangan, uji kelompok kecil dan uji lapangan yaitu berupa angket. Sedangkan untuk melihat efektivitas hasil pengembangan digunakan instrumen berupa tes (ujian tulis essay).

Penelitian pengembangan produk perangkat pembelajaran mikrokontroler menggunakan tiga teknik analisis data, yaitu: analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk mengolah data hasil komentar dari para ahli, siswa dan guru dan analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data dari para ahli dan para partisipan uji coba. Analisis hasil tanggapan dari angket didasarkan pada Mean Ideal dan simpangan baku. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase dari masing-masing subjek sebagai berikut:

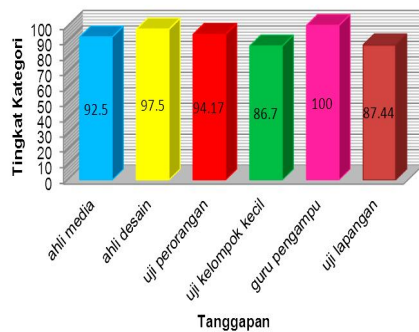
$$\text{Persentase} = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100\% \quad (1)$$

Sedangkan teknik statistik inferensial digunakan untuk mengolah data hasil uji pretest dan posttest sehingga diketahui tingkat keefektifan produk pengembangan yang dihasilkan. Hasil pretest dan posttest diolah menggunakan uji perbedaan mean (Uji t sampel berkorelasi) dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha=0.05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan perangkat pembelajaran mikrokontroler terdiri dari media pembelajaran modul pembelajaran dan buku panduan siswa dan guru. Pembuatan media pembelajaran mikrokontroler menggunakan *software* Proteus sebagai *tool* untuk merancang desain rangkaian dan *layout* blok trainer sedangkan *software* CodeVision AVR sebagai *tool* untuk simulasi hasil percobaan media pembelajaran sebelum di uji coba ke para ahli maupun ke lapangan.

Produk tersebut sebelum digunakan di lapangan terlebih dahulu dilakukan uji coba pada beberapa subjek coba, antara lain: hasil uji coba produk kepada ahli isi pembelajaran menunjukkan bahwa isi pembelajaran pada perangkat pembelajaran mikrokontroler sudah sesuai dengan silabus mata pelajaran Teknik Mikrokontroler. Hasil uji coba kepada ahli media menunjukkan bahwa media yang dikembangkan sudah layak digunakan dan hasil uji coba ahli desain pembelajaran menunjukkan bahwa langkah-langkah prosedur pengembangan produk sudah dilaksanakan sesuai prosedurnya. Hasil uji coba keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hasil Tanggapan Subjek Penelitian

Hasil uji coba dari guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroler menunjukkan bahwa produk penelitian ini sudah bisa digunakan di lapangan. Dari analisis uji-t, terhadap skor-skor hasil belajar siswa menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah menggunakan perangkat media pembelajaran mikrokontroler. Dengan kata lain, bahwa implementasi perangkat pembelajaran pada mata pelajaran teknik mikrokontroler dapat meningkatkan prestasi belajar siswa.

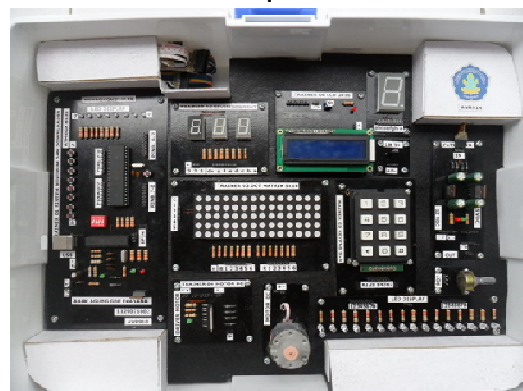
Namun demikian, dari hasil analisis deskriptif terhadap kondisi pebelajar dan fasilitas sumber belajar yang ada di program keahlian Teknik Audio Video terdapat sejumlah kendala yaitu: masih minimalnya sumber belajar yang digunakan oleh para guru dalam proses pembelajaran khususnya mata pelajaran mikrokontroler. Melihat permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran, sangat diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Solusi yang diberikan adalah berupa pengembangan perangkat pembelajaran mikrokontroler, yang terdiri dari media pembelajaran (*trainer*) dan modul pembelajaran. Hal ini menjadi solusi, karena bahan belajar yang digunakan oleh guru masih kurang dapat menjembatani siswa untuk memahami pembelajaran yang berlangsung, sehingga pemahaman siswa mengenai materi masih belum optimal.

Proses pembuatan perangkat pembelajaran mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan tahapan-tahapan dan *tool hardware* dan *software* sebagai

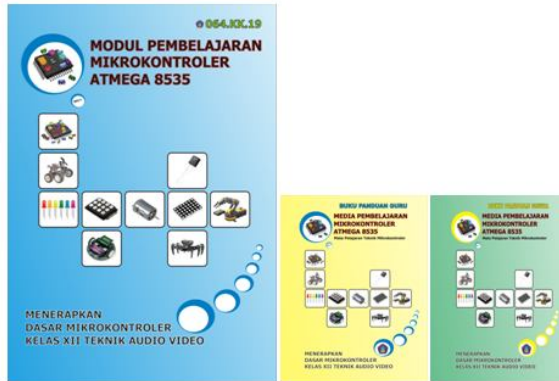
pendukungnya. Hasil implementasi perangkat pembelajaran mikrokontroler di kelas memberikan dampak positif dimana siswa sangat tertarik memanfaatkan dan menggunakan perangkat pembelajaran mikrokontroler disebabkan pemanfaatan teknologi yang berbeda dalam proses pembelajaran. Cheng *et al*, 2013 mengatakan indikator meningkat dan bertumbuhnya pengetahuan seorang siswa, perubahan sikap dan perilaku diakibatkan karena penerapan proses pembelajaran atau prosedur pembelajaran menggunakan cara yang berbeda

Dikembangkannya perangkat pembelajaran mikrokontroler dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran dimana siswa menjadi lebih cepat memahami materi pelajaran. Kanuka *et al* (2013) menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran bisa berpengaruh secara signifikan kepada siswa dalam memperkaya pengetahuan, memberikan referensi terbaru dan sebagai alat praktek baik di dalam sekolah maupun di luar sekolah, dan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Teknologi yang baik dan memberi manfaat yang besar adalah teknologi yang menekankan konten pada teknologi tersebut (Venkatesh *et al*, 2012).

Hasil penelitian pengembangan produk perangkat pembelajaran mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Media Pembelajaran
Mikrokontroler



Gambar 4. Modul dan Buku Panduan
Pembelajaran Mikrokontroler

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Proses pengembangan perangkat pembelajaran mikrokontroler berbasis *Advance Virtual RISC* (AVR) diimplementasikan dengan menggunakan beberapa software. Pembuatan media pembelajaran pada aplikasi mikrokontroler menggunakan *Proteus* sebagai *tool* untuk merancang desain rangkaian, layout blok trainer dan software *CodeVision AVR* sebagai *tool* untuk simulasi hasil program.

Proses pembuatan modul pembelajaran menggunakan langkah-langkah dari Depdiknas dan disusun menggunakan software *Microsoft Word* dengan silabus sebagai panduan penyusunan. Pengembangan perangkat pembelajaran mikrokontroler disesuaikan dengan kebutuhan akan sarana dan media pembelajaran dalam mengoptimalkan hasil belajar siswa.

Hasil tanggapan dari ahli isi menunjukkan bahwa materi pembelajaran yang dimuat di dalam perangkat sudah sesuai dengan silabus Program Keahlian Teknik Audio Video mata pelajaran teknik mikrokontroler. Tanggapan dari ahli media menunjukkan bahwa secara substantif, produk pengembangan ini sudah bisa dimasukkan dalam kategori layak pakai.

Adapun hasil tanggapan dari ahli desain pembelajaran menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan terkategori sudah siap diimplementasikan. Saran dan komentar yang diberikan oleh para ahli menjadi masukan untuk merevisi produk pengembangan menjadi lebih baik. Tanggapan dari guru pengampu mata pelajaran mikrokontroler menunjukkan adanya respons yang memuaskan.

Hasil tanggapan guru dan siswa memberikan tanggapan yang baik dengan berbagai masukan dan saran selama penggunaan perangkat pembelajaran mikrokontroler.

Berdasarkan analisis uji-t yang dilakukan di taraf signifikansi 5% ($\alpha=0.05$) didapatkan t hitung menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Hal ini berarti hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan perangkat pembelajaran mikrokontroler ternyata tidak sama. Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar teknik mikrokontroler sebelum menggunakan perangkat pembelajaran mikrokontroler dan sesudah menggunakan perangkat pembelajaran mikrokontroler. Dapat diketahui bahwa perangkat pembelajaran mikrokontroler pada mata pelajaran teknik mikrokontroler efektif digunakan dalam proses pembelajaran.

Saran

Pengujian produk pengembangan dalam penelitian ini diterapkan hanya di satu mata pelajaran yaitu mikrokontroler. Oleh karena itu, maka disarankan untuk pengembangan selanjutnya agar dapat diterapkan pada mata pelajaran lain yang memiliki karakteristik sama.

Ditinjau dari sudut metodologi penelitian, uji-coba pengembangan ini hanya sampai pada tahap pra eksperimen dengan hasil uji t yang signifikan. Oleh sebab itu maka penelitian ini dapat dilanjutkan menjadi penelitian eksperimen yaitu *quasi experiment design* dengan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Pengembangan produk perangkat pembelajaran dalam bentuk media dan modul pembelajaran diharapkan menjadi

penggerak bagi para pendidik untuk dapat mengembangkan inovasi-inovasi terbaru ke dalam pembelajaran baik berupa media ataupun pada hal lain yang bersifat kontekstual. Dengan demikian, secara bertahap kegiatan inovasi pembelajaran terus dapat dilaksanakan. Melalui kegiatan inovasi inilah, para guru berinovasi dan mampu keluar dari zona nyaman.

Untuk pengembangan selanjutnya disarankan dalam hal teknis yaitu bahasa pemrograman pada mikrokontroler dapat menggunakan dua bahasa pemrograman, sehingga siswa menjadi paham dimana letak perbedaan kelebihan dan kekurangan penyusunan program dengan berbagai bahasa pemrograman yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alias, R, Alias N A, Ibrahim, A B, & Jalaludin J. (2013). Proposed technology solutions for special educational needs (SEN) learners: Toward inclusive education in Malaysian Universities. *Internasional Journal of Information and Education Technology*. 3(2). 206-210.
- Autio, O. (2013). When talent is not enough: Why technologically talented women are not studying technology. *Journal of Technology Education*. 24(2). 14-30.
- Arsyad, A. (2009). *Media pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Pustaka.
- Asunda, P. A. (2012). Standards for technological literacy and STEM education delivery through career and technical education programs. *Journal of Technology Education*. 23(2). 14-27.
- Borg, W. R., Gall, M. D., & Gall, J. P. (2002). *Educational research: An introduction. Seventh edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Can, H M. (2012). Exemplary science teachers' use of technology. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 11(1). 94-112.
- Cheng, Y M, Lou S J, Kuo, S H, & Shih R C. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Education Technology*. 29(1). 96-110
- Depdiknas. (2006). *Peraturan menteri pendidikan nasional republik indonesia No. 22 tahun 2006 tentang standar isi untuk satuan pendidikan dasar dan menengah*. Jakarta: Depdiknas
- Ersnt, J V. (2013). Impact of experiential learning on cognitive outcomes in technology and engineering teacher preparation. *Journal of Technology Education*. 24(2). 31-40.
- Hamilton, E. C., & Friensen, N. (2013). Online education: A science and technology studies perspective education en ligne: Perspective des etudes en science et technologie. *Canadian Journal of Learning and Technology*. 39(2) 1-21.
- Kanuka, H, Smith, E. E, & Kelland, J. H. (2013). An inquiry into educational technologists conceptions of their philosophies of teaching and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology*. 39(2).
- Kelly, J M. (2013). Engineering education in the 21st century: Creativity, Collaboration, Invention. *Internasional Journal of Information and Education Technology*. 3(2). 240-244
- Koc, A & Boyuk, U. (2013). Technology based learning in science and

- technology education: Robotic applications. *Journal of Turkish Science Education*. 10(1).
- Makki, B. & Makki, B. (2012). The impact of integration of instructional systems technology into research and education technology. *Scientific Research*. 3(2). 275-280. <http://www.SciRp.org/journal/ce>
- Pallerin, M. (2013). E-inclusion in early French immersion classrooms: Using digital technologies to support inclusive practices that meet the needs of all learners. *Canadian Journal of Education*. 36(1). 44-70.
- Rad, B. B. (2011). Educational functional of the media in human development. *European Journal of Sciences*. 27(1). 34-40.
- Sahin, S, & Turan, E. (2009). The effects and uses of educational technology in learning and teaching. *Kastamonu Education Journal*. 17(1). 321-330.
- Sahin, I. (2011). Development of survey of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). The Turkish Online Journal of Educational Technology. 10(1). 97-105.
- Santyasa, I. W. (2011). Pembelajaran inovatif. *Bahan ajar*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Smith, E. E & Kelland, J. H. (2013). An inquiry into educational technologists conceptions of their philosophies of teaching and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology*. 39(2). 1-27.
- Sutopo. (2009). *Pengembangan model pembelajaran pembuatan aplikasi multimedia khususnya puzzle game pada mata kuliah multimedia*. Sinopsis disertasi: Teknologi pendidikan UNJ.
- Venkatesh, V, Thong, J Y L, & Xu X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*. 36(1). 157-178.